19_18_EO_ENE_AU_RE_13_04	MARZO 2025	REPORT PRODUCIBILITÀ	Luca Simone Calò	Ing. Pietro Rodia	Ing. Leonardo Filotico
19_18_EO_ENE_AU_RE_13_03	OTTOBRE 2024	REPORT PRODUCIBILITÀ	Ing. Pietro Rodia	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
19_18_EO_ENE_AU_RE_13_02	GIUGNO 2024	REPORT PRODUCIBILITÀ	Ing. Pietro Rodia	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
19_18_EO_ENE_AU_RE_13_01	MARZO 2021	REPORT PRODUCIBILITÀ	Dott. Vladimir Fresneda Bernal	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
19_18_EO_ENE_AU_RE_13_00	GIUGNO 2020	REPORT PRODUCIBILITÀ	Ing. Samuele Viara	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N° ELABORATO	**DATA EMISSIONE**	**DESCRIZIONE**	**ESEGUITO**	**CONTROLLATO**	**APPROVATO**

OGGETTO:
Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" della potenza complessiva di 154 MW da realizzare nei comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA).

TITOLO:
BCT9OA2_DocumentazioneSpecialistica_19
Report producibilità

COMMITTENTE:

YELLOW ENERGY SRL
Z.I. Lotto n. 31, snc
74020 San Marzano di San Giuseppe (TA)

PROJETTO ENGINEERING s.r.l.
Ing. Leonardo Filotico
| Head of Business Development | CTO

P. Iva: 02658050733
Sede Legale: Via Fratelli Salvioni 6, 20154 Milano
Sedi Operative:
Z.I. Lotto 31 | 74020 San Marzano di San Giuseppe (TA)
Via XV Gennaio 10, 2° Piano - Interno 13 | 03014 Fiuggi (FR)

studio@projetto.eu
www.projettoengineering.it/

CERTIFICAZIONI

SR EN ISO 9001:2015 Certificate N°. Q204
SR EN ISO 14001:2015 Certificate N°. E145
SR EN ISO 45001:2018 Certificate N°. OHS97
SR EN ISO 27001:2013 Certificate No. CS011

TIMBRO

ORDINE DEGLI INGEGNERI della Provincia di TARANTO
Dott. Ing. FILOTICO Leonardo N. 1812

SOSTITUISCE:	SOSTITUTO DA:	NOME FILE	DIMENSIONE	SCALA	ELABORATO
		BCT9OA2_DocumentazioneSpecialistica_19	A4	/	RE.13

Tutti i diritti di autore sono riservati a termini di legge. E' vietata la riproduzione senza autorizzazione

INDICE

1. INTRODUZIONE 2

2. OBIETTIVI DELLO STUDIO 4

3. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO 5

4. DESCRIZIONE DELLO STUDIO 8

4.1 CAMPAGNA DI MISURA ANEMOMETRICA 8

4.2 METODOLOGIA DI ANALISI 8

4.3 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO 13

4.4 LAYOUT DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE 13

5. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO 18

5.1 MODELLO DI SCIA E CALCOLO DELL'ENERGIA PRODOTTA 19

6. CONSIDERAZIONI FINALI 20

6.1 DATI VENTO 20

6.2 LAYOUT DEL SITO 20

6.2.1 ANEMOLOGIA 20

6.2.2 MORFOLOGIA E GEOLOGIA 20

6.2.3 INDAGINE FLORO – VEGETAZIONALE 21

6.3 PRODUZIONE PARCO EOLICO 21

7. ALLEGATI 22

1. INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta il report dell'attività di analisi e di elaborazione dei dati vento del progetto e della valutazione della producibilità attesa.

La società Yellow Energy srl con sede legale in Zona Industriale lotto n. 31 di San Marzano di San Giuseppe (TA), intende realizzare un impianto eolico e relative opere connesse di potenza elettrica complessiva pari a 90 MW denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" nei comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA).

Il progetto prevede l'installazione di 15 aerogeneratori di tipo Siemens Gamesa "SG 6.0-170 6200 @115m HH" di potenza pari a 6,0 MW cadauno, con una potenza complessiva dell'intero impianto pari a 90 MW.

Tabella 1 | Definizione planimetrica degli aerogeneratori di progetto secondo il sistema di riferimento WGS84 UTM 33N

COORDINATE AEROGENERATORI		
Denominazione	**WGS84 UTM 33N X (m)**	**WGS84 UTM 33N Y (m)**
ER01	**734178**	**4480483**
ER02	**734817**	**4480387**
ER03	**735331**	**4480045**
ER04	**735829**	**4479788**
ER05	**733453**	**4477850**
ER06	**733961**	**4478047**
ER08	**734974**	**4478628**
ER09	**736176**	**4478402**

ER11	**734916**	**4476388**
ER13	**728322**	**4474240**
ER14	**729200**	**4474082**
ER16	**730007**	**4473781**
ER17	**730826**	**4474359**
ER18	**731766**	**4474027**

Il lavoro è principalmente basato sulle seguenti informazioni e dati:

- Dati vento regionali presenti all'interno del database del software utilizzato WindPRO 4.1;
- Mappe vettoriali digitali del terreno;
- Caratteristiche e tipologia degli aerogeneratori di progetto.

Sono stati effettuati in sito diversi sopralluoghi al fine di valutare:

- Dimensione del parco eolico ed eventuali vincoli presenti;
- Effettuare una valutazione dell'area, sia dal punto di vista dell'orografia, che della rugosità del terreno;
- Verificare la viabilità;
- Valutare la posizione degli aerogeneratori in rapporto all'orografia del terreno, all'esposizione del vento, agli spazi disponibili ed ai ricettori, al fine di minimizzare gli impatti.

2. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Le attività principali del lavoro eseguito e descritto in questo documento è la stima di produzione dell'Impianto eolico in progetto denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" da realizzare nei comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA).

Le stazioni selezionate per la determinazione dei dati statistici del vento sono state determinate in riferimento alla distanza dall'area in progetto, all'interno della quale verranno installati n. 15 aerogeneratori, al fine di ottenere un risultato più accurato possibile.

In particolare, gli obiettivi del presente studio sono:

- Verifica dei dati statistici del vento;
- Modellazione digitale del terreno;
- Definizione della mappa di rugosità;
- Stima di produzione dell'impianto eolico in progetto.

3. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il progetto prevede la realizzazione di 15 aerogeneratori ciascuno avente un rotore di 170 m collegati a generatori elettrici della potenza nominale cadauno di 6,0 MW con altezza mozzo di 115 m misurata dal piano campagna all'asse del rotore.

Gli aerogeneratori in progetto sono così distribuiti nel territorio di:

- n. 1 aerogeneratore nel Comune di Torre Santa Susanna (BR).
- n. 8 aerogeneratori nel Comune di Erchie (BR).
- n. 1 aerogeneratore nel Comune di Manduria (TA).
- n. 5 aerogeneratori nel Comune di Avetrana (TA).

Inquadramento progetto su IGM - Scala 1:50.000

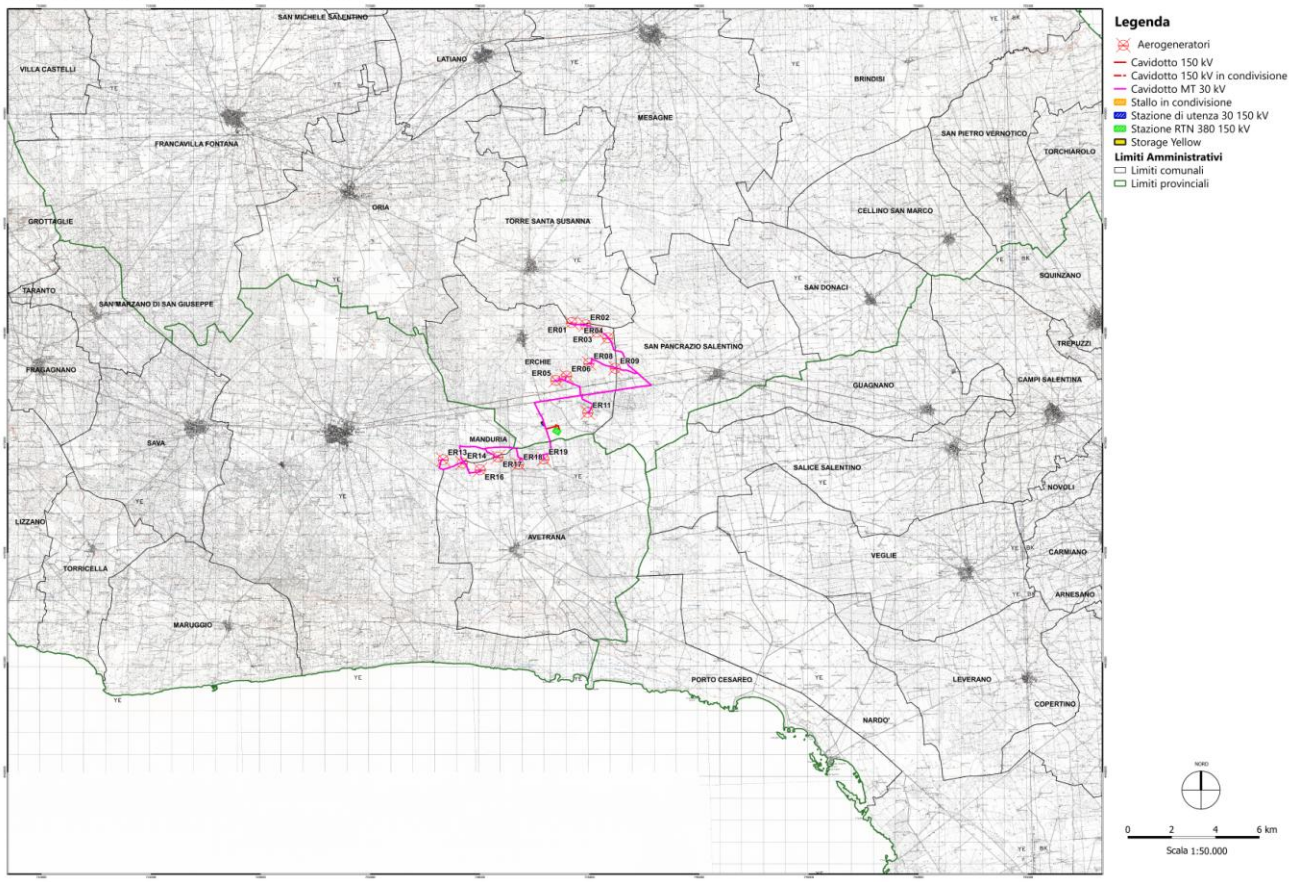


Figura 1 | Inquadramento su IGM

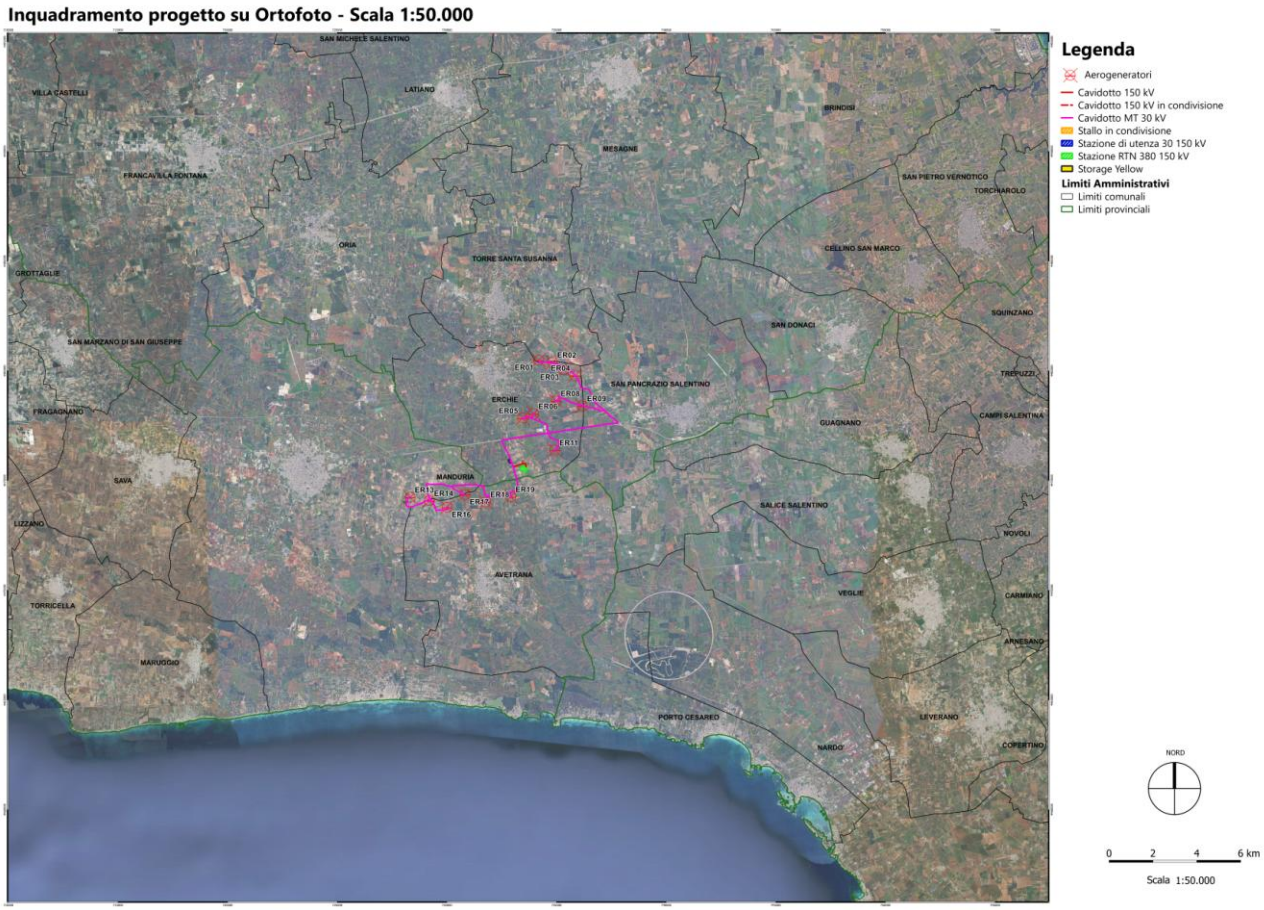


Figura 2 | Inquadramento su ortofoto

Il sito è prevalentemente pianeggiante, con un'ottima esposizione al vento lungo tutte le direzioni, in quanto non sono rilevati ostacoli.

Come si deduce dall'inquadramento su base Ortofoto, l'area del sito è destinata ad attività agricola. L'attuale utilizzo del terreno non sarà pregiudicato in alcuna maniera dall'installazione dell'impianto, poiché la superficie effettivamente occupata dagli aerogeneratori e delle opere accessorie è di poche centinaia di metri quadri.

4. DESCRIZIONE DELLO STUDIO

Nel seguito del presente documento saranno sviluppati in dettaglio la metodologia di studio, i dati di input e ciascuno dei punti menzionati nel Capitolo 2.

4.1 CAMPAGNA DI MISURA ANEMOMETRICA

L'analisi di producibilità riportata nel presente elaborato, verrà effettuata mediante l'utilizzo di dati sintetici interpolati tra siti presenti all'interno del database del software utilizzato WindPro 4.1.

4.2 METODOLOGIA DI ANALISI

L'analisi della producibilità è stata condotta elaborando i dati rilevati in prossimità del sito con l'ausilio delle tecniche di analisi e di calcolo più innovative attualmente presenti sul mercato nel settore dell'energia eolica; in particolare sono stati utilizzati i seguenti software:

- **ESRI Arcgis for Desktop (ArcMAP):** generazione del modello digitale del terreno per la determinazione della rugosità del terreno e l'elevazione degli aerogeneratori;
- **EMD WindPro 4.1:** analisi e elaborazione delle condizioni di vento, e stima di producibilità degli aerogeneratori.

La procedura di analisi è stata condotta secondo le seguenti fasi successive:

- Preparazione del layout di progetto, posizionamento degli aerogeneratori e definizione delle sue caratteristiche tecniche;
- Analisi preliminare dei dati vento, filtraggio dei dati, preparazione dei dati di input per i software di calcolo della ventosità;
- Preparazione del modello digitale del terreno, da dare in input, nel formato e nelle dimensioni opportune, al software di calcolo della ventosità;
- Definizione della rugosità del terreno a mezzo software;
- Calcolo della produttività dell'Impianto considerando anche eventuali perdite di scia, con l'uso di WindPro 4.1.

I dati vento utilizzati e analizzati per lo studio e la definizione della producibilità dell'impianto in oggetto sono presenti all'interno del database del software WindPro 4.1. Nella fattispecie, sono stati utilizzati i dati meteorologici WRF della stazione meteo EMD-WRF Europe.

WRF (Weather Research and Forecasting) è un sistema di previsione meteorologica numerica su mesoscala all'avanguardia progettato sia per la ricerca atmosferica che per le applicazioni di previsione operativa. Presenta due core dinamici, un sistema di assimilazione dei dati e un'architettura software che supporta il calcolo parallelo e l'estensibilità del sistema. Il modello serve una vasta gamma di applicazioni meteorologiche su scale che vanno dalle decine di metri alle migliaia di chilometri.

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: C - EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2); Hub height: 100,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 734 089 North: 4 473 854

Meteo data
EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2)

Weibull Data

Sector	A- parameter	Wind speed	k- parameter	Frequency	Wind gradient exponent
	[m/s]	[m/s]		[%]	
0 N	8,47	7,57	3,029	26,1	0,143
1 NNE	6,74	5,99	1,788	11,1	0,085
2 ENE	3,90	3,49	1,621	3,0	0,070
3 E	3,80	3,49	1,340	2,0	0,036
4 ESE	6,70	5,97	1,710	2,4	0,139
5 SSE	10,72	9,52	2,559	6,8	0,213
6 S	8,76	7,76	2,084	12,6	0,134
7 SSW	6,81	6,04	1,971	8,8	0,068
8 WSW	7,90	6,99	2,145	6,7	0,166
9 W	7,23	6,41	2,077	3,8	0,148
10 WNW	6,19	5,50	1,820	4,6	0,132
11 NNW	8,38	7,45	2,732	12,2	0,287
All	7,89	6,98	2,117	100,0	

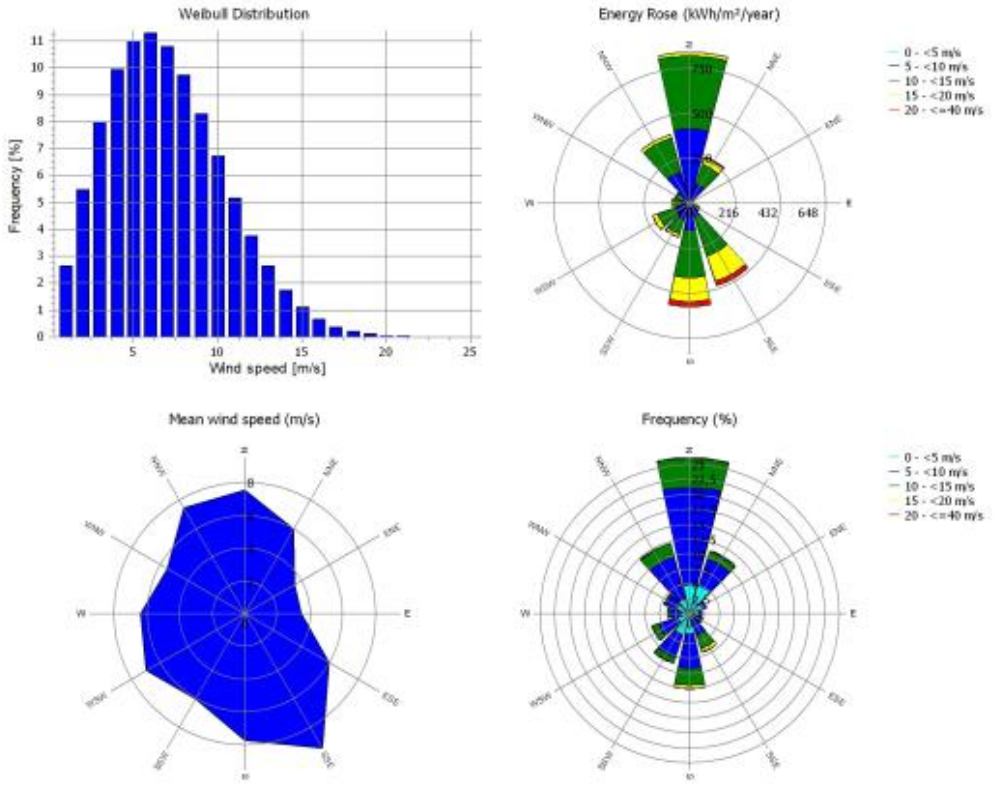


Figura 3 | Dati vento con hub height 100 m

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: C - EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2); Hub height: 115,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 734 089 North: 4 473 854

Meteo data
EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2)

Weibull Data

Sector	A- parameter	Wind speed	k- parameter	Frequency	Wind gradient exponent
	[m/s]	[m/s]		[%]	
0 N	8,64	7,72	3,029	26,1	0,143
1 NNE	6,82	6,06	1,788	11,1	0,085
2 ENE	3,94	3,53	1,621	3,0	0,070
3 E	3,82	3,50	1,340	2,0	0,036
4 ESE	6,83	6,09	1,710	2,4	0,139
5 SSE	11,04	9,80	2,559	6,8	0,213
6 S	8,92	7,90	2,084	12,6	0,134
7 SSW	6,87	6,09	1,971	8,8	0,068
8 WSW	8,08	7,16	2,145	6,7	0,166
9 W	7,38	6,54	2,077	3,8	0,148
10 WNW	6,30	5,60	1,820	4,6	0,132
11 NNW	8,72	7,76	2,732	12,2	0,287
All	8,06	7,14	2,111	100,0	

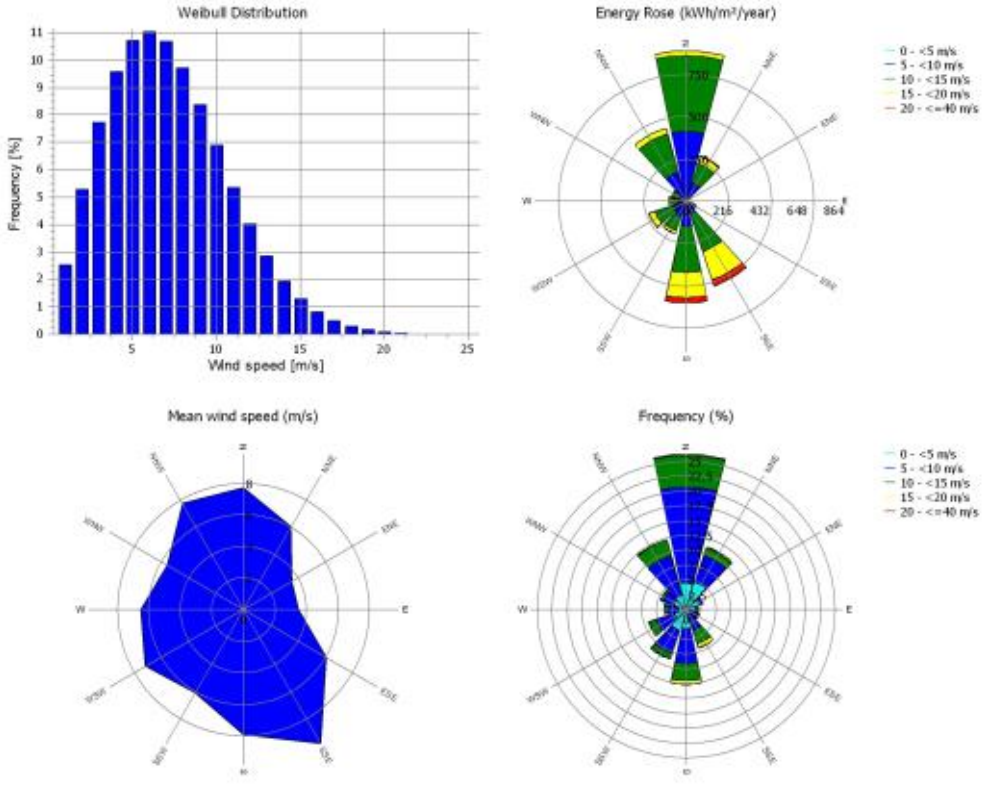


Figura 4 Dati vento con hub height 115 m

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: C - EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2); Hub height: 50,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 734 089 North: 4 473 854

Meteo data
EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2)

Weibull Data

Sector	A- parameter	Wind speed	k- parameter	Frequency	Wind gradient exponent
	[m/s]	[m/s]		[%]	
0 N	7,68	6,86	3,029	26,1	0,143
1 NNE	6,35	5,65	1,788	11,1	0,085
2 ENE	3,72	3,33	1,621	3,0	0,070
3 E	3,70	3,40	1,340	2,0	0,036
4 ESE	6,08	5,42	1,710	2,4	0,139
5 SSE	9,25	8,21	2,559	6,8	0,213
6 S	7,98	7,07	2,084	12,6	0,134
7 SSW	6,49	5,76	1,971	8,8	0,068
8 WSW	7,04	6,23	2,145	6,7	0,166
9 W	6,52	5,78	2,077	3,8	0,148
10 WNW	5,65	5,02	1,820	4,6	0,132
11 NNW	6,86	6,11	2,732	12,2	0,287
All	7,09	6,28	2,136	100,0	

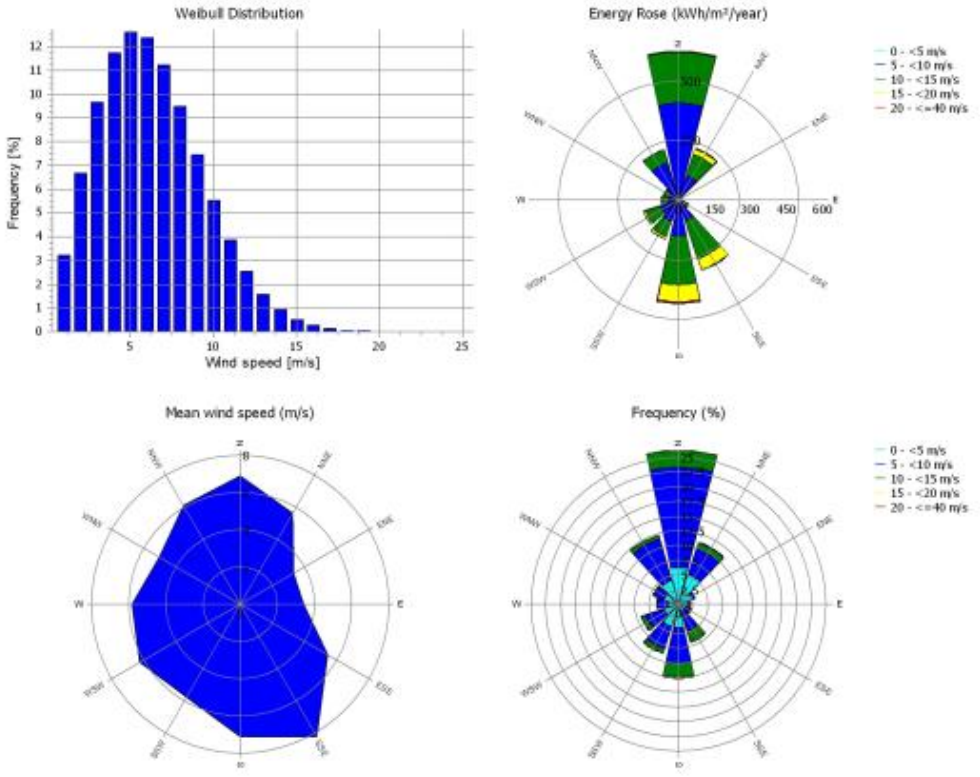


Figura 5 Dati vento con hub height 50 m

La velocità media è pari a 6,2 m/s, idonea per la tipologia di aerogeneratori in progetto, in quanto trattasi di aerogeneratori moderni in grado di produrre energia anche in siti con ventosità non elevatissima.

I risultati ottenuti dallo studio effettuato convergeranno quindi nella definizione di un layout ottimale, andando in questo modo a costituire una solida base di partenza su cui si andranno ad integrare le altre argomentazioni tecniche (bilancio tra aspetti geomorfologici, vegetazionali, faunistici, ecc), che sono parti complementari del progetto eolico.

4.3 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

Il progetto di impianto eolico è localizzato in un'area prevalentemente pianeggiante. L'orografia dell'area oggetto di studio è semplice; il modello del terreno è stato realizzato considerando la localizzazione della sorgente di dati e quella del'area dell'impianto.

Il DTM (Digital Terrain Model) è, pertanto, stato centrato rispetto all'estensione del layout, al fine di non incorrere in errori dovuti ai calcoli sul bordo del modello stesso. L'area di studio è stata modellizzata con l'ausilio di ESRI ArcGIS for Desktop. Il modello realizzato ha un'area pari a 20 km x 20 km, con celle di risoluzione di lato 10 m, ed è centrato nel punto medio dell'ubicazione dell'impianto. In tal modo, vengono minimizzati gli errori dovuti alla modellazione digitale dello stesso (effetti bordo, morfologia complessa, ecc).

Sulla stessa area è stata inoltre modellizzata la rugosità del terreno al fine di migliorare l'accuratezza del successivo calcolo; modellazione che è stata eseguita con l'ausilio di ortofoto aggiornate per consentire la valutazione del diverso utilizzo del territorio sull'area presa in esame.

4.4 LAYOUT DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE

Una volta effettuate le operazioni descritte nei paragrafi precedenti, sono stati inseriti in input i seguenti dati:

- Coordinate degli aerogeneratori: a tal proposito si precisa che, al fine di poter valutare eventuali interferenze subite/create dall'aerogeneratore in progetto, si è verificata la presenza di altri impianti eolici nell'intorno di 1.000 [m] dal sito in studio (distanza considerata più che sufficiente per la valutazione di eventuali interferenze data la dimensione dell'aerogeneratore in progetto). Non vi sono situazioni che interferiscono con il layout proposto.

Di seguito le coordinate degli aerogeneratori nella configurazione del layout definitivo (le coordinate sono UTM WGS 84 33N):

COORDINATE AEROGENERATORI				
Denominazione	**WGS84 UTM 33N X (m)**	**WGS84 UTM 33N Y (m)**	**MODELLO**	**ALTEZZA MOZZO**
ER01	**734178**	**4480483**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER02	**734817**	**4480387**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER03	**735331**	**4480045**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER04	**735829**	**4479788**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER05	**733453**	**4477850**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER06	**733961**	**4478047**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER08	**734974**	**4478628**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER09	**736176**	**4478402**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER11	**734916**	**4476388**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**

ER13	**728322**	**4474240**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER14	**729200**	**4474082**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER16	**730007**	**4473781**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER17	**730826**	**4474359**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**
ER18	**731766**	**4474027**	**Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200**	**115 m**

Tabella 3 - Definizione planimetrica degli aerogeneratori di progetto secondo il sistema di riferimento WGS84 UTM 33N

Figura 6 | Modello 3D di calcolo visualizzato mediante Google Earth Pro

Su richiesta della committenza, le valutazioni di producibilità sono state effettuate utilizzando le curve di potenza del seguente modello di aerogeneratore:

- Modello: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 @115m
- Potenza: 6000 kW
- Altezza del mozzo: 115 m
- Diametro del rotore: 170 m

PARK - Power Curve Analysis

WTG: ER08 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O!, Hub height: 115,0 m

Name: (AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3
Source: SGRE

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
25/03/2020	EMD	11/02/2020	25/03/2020	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,27

Rev. 0

Siemens Gamesa Renewable Energy and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11 298	16 928	22 249	26 906	30 781	33 846
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! (AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	[MWh]	11 518	17 201	22 531	27 152	30 939	33 855
Check value	[%]	-2	-2	-1	-1	-1	0

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

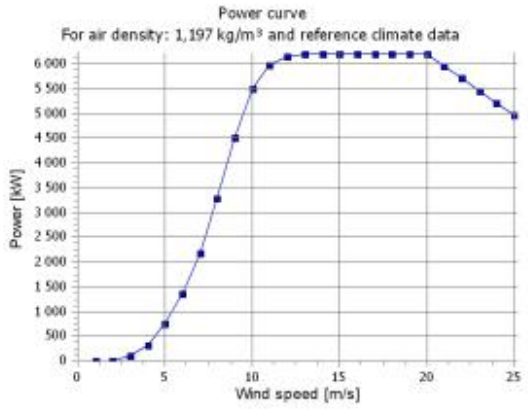
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	CT curve
2,0	89,0	0,24	2,0	0,91
2,5	179,0	0,35	2,5	0,88
3,0	328,0	0,37	3,0	0,85
3,5	522,0	0,41	3,5	0,82
4,0	758,0	0,44	4,0	0,82
4,5	1 040,0	0,45	4,5	0,82
5,0	1 376,0	0,46	5,0	0,82
5,5	1 771,0	0,46	5,5	0,84
6,0	2 230,0	0,47	6,0	0,84
6,5	2 758,0	0,47	6,5	0,84
7,0	3 351,0	0,47	7,0	0,83
7,5	3 986,0	0,47	7,5	0,80
8,0	4 617,0	0,46	8,0	0,76
8,5	5 166,0	0,43	8,5	0,70
9,0	5 584,0	0,40	9,0	0,62
9,5	5 862,0	0,36	9,5	0,54
10,0	6 028,0	0,33	10,0	0,47
10,5	6 117,0	0,29	10,5	0,40
11,0	6 161,0	0,26	11,0	0,33
11,5	6 183,0	0,23	11,5	0,30
12,0	6 192,0	0,20	12,0	0,27
12,5	6 197,0	0,18	12,5	0,24
13,0	6 199,0	0,16	13,0	0,21
13,5	6 199,0	0,15	13,5	0,19
14,0	6 200,0	0,13	14,0	0,17
14,5	6 200,0	0,12	14,5	0,15
15,0	6 200,0	0,11	15,0	0,14
15,5	6 200,0	0,10	15,5	0,13
16,0	6 200,0	0,09	16,0	0,12
16,5	6 200,0	0,08	16,5	0,11
17,0	6 200,0	0,08	17,0	0,10
17,5	6 200,0	0,07	17,5	0,09
18,0	6 200,0	0,06	18,0	0,09
18,5	6 200,0	0,06	18,5	0,08
19,0	6 200,0	0,05	19,0	0,07
19,5	6 200,0	0,05	19,5	0,07
20,0	6 200,0	0,05	20,0	0,06
20,5	6 080,0	0,05	20,5	0,06
21,0	5 956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5 832,0	0,04	21,5	0,05
22,0	5 708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5 584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5 460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5 336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5 212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5 088,0	0,02	24,5	0,03
25,0	4 964,0	0,02	25,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,197 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	84,7	0,23	2,50- 3,50	57,7	57,7	0,3
4,0	318,3	0,37	3,50- 4,50	257,0	314,7	1,4
5,0	738,9	0,44	4,50- 5,50	636,9	951,6	4,4
6,0	1 343,4	0,46	5,50- 6,50	1 208,4	2 160,0	9,9
7,0	2 178,1	0,47	6,50- 7,50	1 936,5	4 096,6	18,8
8,0	3 273,6	0,47	7,50- 8,50	2 700,2	6 796,7	31,1
9,0	4 517,1	0,46	8,50- 9,50	3 230,0	10 026,7	45,9
10,0	5 498,5	0,40	9,50-10,50	3 232,9	13 259,6	60,7
11,0	5 983,4	0,33	10,50-11,50	2 733,1	15 992,7	73,2
12,0	6 146,2	0,26	11,50-12,50	2 039,4	18 032,1	82,6
13,0	6 188,6	0,21	12,50-13,50	1 403,3	19 435,4	89,0
14,0	6 198,2	0,17	13,50-14,50	916,9	20 352,3	93,2
15,0	6 199,6	0,14	14,50-15,50	580,7	20 933,0	95,8
16,0	6 200,0	0,11	15,50-16,50	362,0	21 295,0	97,5
17,0	6 200,0	0,09	16,50-17,50	223,8	21 518,8	98,5
18,0	6 200,0	0,08	17,50-18,50	137,2	21 656,0	99,1
19,0	6 200,0	0,07	18,50-19,50	83,0	21 738,9	99,5
20,0	6 200,0	0,06	19,50-20,50	48,7	21 787,7	99,8
21,0	5 956,0	0,05	20,50-21,50	27,3	21 814,9	99,9
22,0	5 708,0	0,04	21,50-22,50	14,6	21 829,5	99,9
23,0	5 460,0	0,03	22,50-23,50	7,5	21 837,0	100,0
24,0	5 212,0	0,03	23,50-24,50	3,7	21 840,7	100,0
25,0	4 964,0	0,02	24,50-25,50	1,2	21 841,9	100,0



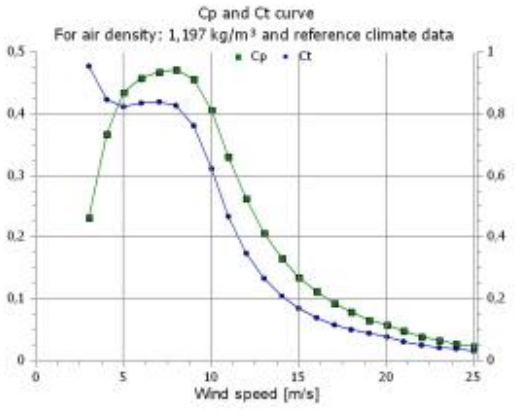


Figura 7 | Curve di Potenza dell'aerogeneratore

5. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

La risorsa eolica disponibile nel sito oggetto dello studio è stata esplorata elaborando i seguenti dati con il software WindPro 4.1:

- Distribuzione di Frequenza ricavata da dati del vento.
- Caratteristiche del terreno, quota e mappa di rugosità dell'area, densità media dell'aria.

L'analisi tiene conto della distribuzione di frequenza delle velocità su 12 settori di direzione. Di seguito, si riportano i risultati del calcolo della producibilità dell'Impianto, secondo il layout definitivo.

PARK - Production Analysis

WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,195 kg/m³ - 1,197 kg/m³

Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	106 000,7	28 844,6	2 283,5	1 808,7	6 233,4	36 689,4	50 426,3	23 006,8	23 230,8	11 357,0	10 287,4	49 520,1	349 688,8
-Decrease due to wake losses	[MWh]	2 217,5	966,3	182,1	169,4	452,9	379,2	800,6	827,2	1 067,1	795,3	858,6	876,4	9 592,4
Resulting energy	**[MWh]**	**103 783,2**	**27 878,3**	**2 101,4**	**1 639,3**	**5 780,6**	**36 310,2**	**49 625,7**	**22 179,6**	**22 163,7**	**10 561,7**	**9 428,8**	**48 643,7**	**340 096,3**
Specific energy	[kWh/m²]													999
Specific energy	[kWh/kW]													3 657
Decrease due to wake losses	[%]	2,1	3,3	8,0	9,4	7,3	1,0	1,6	3,6	4,6	7,0	8,3	1,8	2,74
Utilization	[%]	34,7	29,4	37,0	32,7	26,6	20,4	24,4	32,3	28,4	30,1	31,0	32,2	29,0
Operational	[Hours/year]	2 168	919	247	166	197	566	1 048	730	555	317	381	1 015	8 310
Full Load Equivalent	[Hours/year]	1 116	300	23	18	62	390	534	238	238	114	101	523	3 657

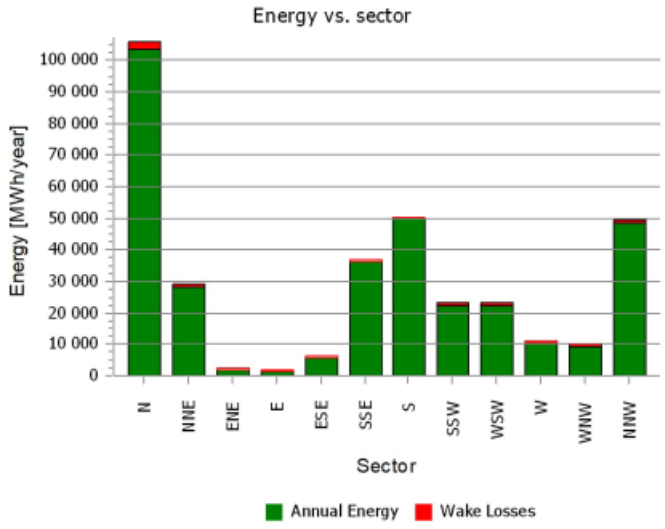


Figura 8 | Analisi producibilità energia/settore

5.1 MODELLO DI SCIA E CALCOLO DELL'ENERGIA PRODOTTA

Gli effetti di scia provocati dalla reciproca schermatura tra le singole turbine eoliche sono calcolati mediante il modello bidimensionale PARK (N.O. RISØ EMD). Gli elementi su cui il modello si basa per determinare la diminuzione del valore della velocità della vena fluida a valle dell'aerogeneratore rispetto al flusso indisturbato a monte di essa sono:

- Distribuzione di frequenza della velocità e della direzione del vento
- all'altezza del mozzo nelle posizioni previste per ciascun aerogeneratore
- Layout parco eolico
- Diametro rotore.
- Curva del coefficiente di spinta per il tipo di aerogeneratore impiegato.

Questo modello è implementato all'interno del codice di calcolo WindPro che utilizziamo per il calcolo della producibilità. Il risultato finale per la producibilità dell'impianto eolico ottenuto da WindPro 4.1 viene riportato di seguito.

Calculated Annual Energy for Wind Farm

				Specific results¤)			
WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	340 096,3	349 688,7	2,7	41,7	22 673,1	3 657	7,1

¤) Based on wake reduced results and any curtailments.

Calculated Annual Energy for each of 15 new WTGs with total 93,0 MW rated power

		WTG type						Power curve		Annual Energy		
	Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Creator	Name	Result [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
ER01	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 906,3	1,8	7,14
ER02	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 597,3	3,1	7,14
ER03	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 452,0	3,7	7,14
ER04	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 552,9	3,3	7,14
ER05	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 853,5	2,0	7,14
ER06	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 317,1	4,3	7,14
ER08	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	21 841,9	6,3	7,14
ER09	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 340,7	4,2	7,14
ER11	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 262,0	4,5	7,14
ER13	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23 222,3	0,3	7,14
ER14	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23 069,9	1,0	7,14
ER16	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23 019,8	1,2	7,14
ER17	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 882,0	1,8	7,14
ER18	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 979,4	1,4	7,14
ER19	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 799,4	2,2	7,14

6. CONSIDERAZIONI FINALI

6.1 DATI VENTO

I dati vento disponibili sono sufficienti ai fini di un wind assesment dettagliato.

Nell'approccio descritto, i dati del vento sono stati ottenuti utilizzando le statistiche vicine al progetto con WindPro 4.1, in particolare per il calcolo della ventosità del sito e della produzione degli aerogeneratori e dell'analisi delle grandezze aerodinamiche coinvolte.

I valori di ventosità medi rilevati ad altezza mozzo sono soddisfacenti. Infatti, vi è una buona frequenza di rilevazioni di velocità del vento comprese tra 5 e 15,9 [m/s], e queste sono particolarmente interessanti poiché comprese nel range di funzionamento degli aerogeneratori.

6.2 LAYOUT DEL SITO

Il layout del parco eolico prevede dunque l'installazione di 15 aerogeneratori della potenza di 6,0 [MW] cadauno con rotore di diametro 170 [m] e altezza mozzo 115 [m], per una potenza complessiva del Parco eolico di 90 [MW].

Nel processo di ottimizzazione del layout si sono considerati vari aspetti oltre quello prettamente anemologico, di seguito indicati.

6.2.1 ANEMOLOGIA

Si è ottimizzata la posizione degli aerogeneratori in modo opportuno, con l'obiettivo di minimizzare le perdite per effetto scia (layout perpendicolare alle direzioni prevalenti del vento) e di avere un adeguato valore di produzione netta.

6.2.2 MORFOLOGIA E GEOLOGIA

A valle di differenti sopralluoghi in sito, si sono circoscritte delle aree di fattibilità per l'installazione delle turbine, la relativa realizzazione delle piazzole nella fase di cantiere e la successiva sistemazione prima

dell'entrata in esercizio. Studi geologici - geotecnici più approfonditi (carotaggi in fase esecutiva), contribuiranno alla corretta definizione e al dimensionamento delle fondazioni da utilizzare.

6.2.3 INDAGINE FLORO – VEGETAZIONALE

Le aree prescelte sono quelle a minor impatto sull'ambiente circostante.

6.3 PRODUZIONE PARCO EOLICO

La stima di produzione del parco eolico è stata ottenuta mediante utilizzo del software WindPro 4.1, che per le sue caratteristiche di non-linearità nel metodo di calcolo meglio si adatta anche a siti complessi, anche se questo non è il caso dell'impianto oggetto del presente studio. Sono state considerate le perdite dovute alla scia e le perdite tecniche generali (disponibilità macchine, perdite elettriche ed altro).

Dal layout definitivo con una potenza installabile di 90 [MW] complessivi, si ha una produzione media netta complessiva decisamente soddisfacente anche in termini di numero di ore equivalenti, pari a 3.657 ore/anno (340,1 GWh/y circa).

Sulla base di queste considerazioni, e dello studio effettuato, si ritiene che, considerando gli spazi disponibili, i limiti e i vincoli presenti, l'impianto in progetto sfrutti al meglio il potenziale eolico dell'area.

7. ALLEGATI

Report producibilità impianto eolico "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini".

Licensed user:
ProJetto Engineering s.r.l.
Via dei Mille, 5
IT-74024 Manduria
+39 0999574694

Calculated:
12/03/2025 11:45/4.1.273

PARK - Main Result

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD) Park 2 2018

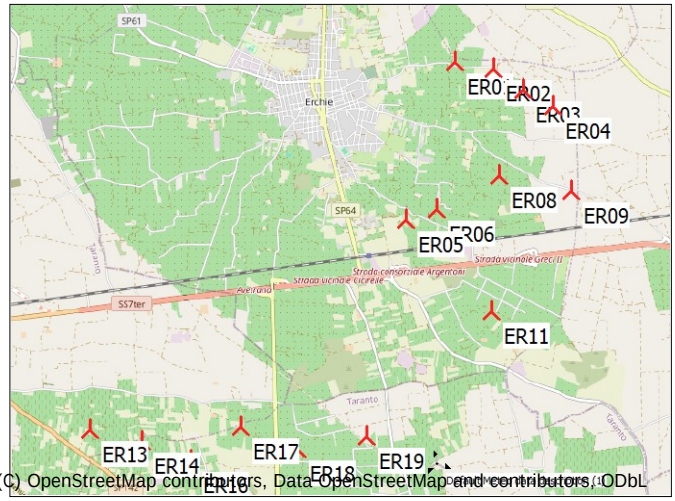
Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 33
At the site centre the difference between grid north and true north is: 1,8°

Power curve correction method
New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>
Air density calculation method
Height dependent, temperature from climate station
Station: BRINDISI V3 2014
Base temperature: 16,8 °C at 10,0 m
Base pressure: 1013,3 hPa at 0,0 m
Air density for Site center in key hub height: 69,6 m + 50,0 m = 1,203 kg/m³ -> 98,2 % of Std
Relative humidity: 0,0 %

Wake Model Parameters
Wake decay constant 0,090 DTU default onshore
Hub height independent

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0



Scale 1:125 000

New WTG Meteorological Data

Key results for height 50,0 m above ground level

Terrain UTM (north)-WGS84 Zone: 33

	Easting	Northing	Name of wind distribution	Height [m]	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]
C	734 089	4 473 854	EMD-WRF Europe+ (ERA5) [SAMPLE]_N40,382412_E017,75766 (2)	100,0	WEIBULL	2 336	6,3

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results¤) Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	340 096,3	349 688,7	2,7	41,7	22 673,1	3 657	7,1

¤) Based on wake reduced results and any curtailments.

Calculated Annual Energy for each of 15 new WTGs with total 93,0 MW rated power

	Links	WTG type Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy Result [MWh/y]	Wake loss [%]	Free mean wind speed [m/s]
ER01	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 906,3	1,8	7,14
ER02	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 597,3	3,1	7,14
ER03	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 452,0	3,7	7,14
ER04	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 552,9	3,3	7,14
ER05	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 853,5	2,0	7,14
ER06	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 317,1	4,3	7,14
ER08	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	21 841,9	6,3	7,14
ER09	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 340,7	4,2	7,14
ER11	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 262,0	4,5	7,14
ER13	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23 222,3	0,3	7,14
ER14	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23 069,9	1,0	7,14
ER16	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	23 019,8	1,2	7,14
ER17	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 882,0	1,8	7,14
ER18	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 979,4	1,4	7,14
ER19	C	No	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6 200	6 200	170,0	115,0	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	22 799,4	2,2	7,14

Annual Energy results includes shown losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

Licensed user:
ProJetto Engineering s.r.l.
Via dei Mille, 5
IT-74024 Manduria
+39 0999574694

PARK - Main Result

WTG siting

		UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
ER01	New	734 178	4 480 483	60,6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (4)
ER02	New	734 817	4 480 387	57,4	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (5)
ER03	New	735 331	4 480 045	58,3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (6)
ER04	New	735 829	4 479 788	55,9	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (7)
ER05	New	733 453	4 477 850	68,2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (10)
ER06	New	733 961	4 478 047	66,6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (9)
ER08	New	734 974	4 478 628	63,6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (1)
ER09	New	736 176	4 478 402	58,1	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (8)
ER11	New	734 916	4 476 388	62,7	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (11)
ER13	New	728 322	4 474 240	77,6	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (15)
ER14	New	729 200	4 474 082	74,1	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (14)
ER16	New	730 007	4 473 781	70,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (13)
ER17	New	730 826	4 474 359	76,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (12)
ER18	New	731 766	4 474 027	73,7	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (2)
ER19	New	732 918	4 474 263	73,2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (3)